1В

УДК 681.215

Н.Я. Возна, Я.М. Николайчук
Інститут проблемно-орієнтованих комп'ютерних систем, м. Тернопіль, Україна
nvozna@ukr.net

Теорія моделей джерел інформації та формування ідентифіковано-структуризованих даних комп'ютеризованих систем

У статті викладені теоретичні основи кодування джерел інформації, а також запропоновані апаратні засоби формування ІСД. Наведена інформаційна технологія формування ТЕД сумісно з технологічними моделями.

Вступ

Побудова моделей складних комп'ютеризованих систем є актуальною задачею, яка направлена на вдосконалення теорії, методології та практики їх проектування та діагностики штатності функціонування в реальному масштабі часу. В методологічному плані вирішення такої задачі потребує врахування проблемної орієнтованості, цілісності та складності, невизначеності, адаптивності, а також універсальності комп'ютеризованої системи [1]. При цьому відповідно визначається ступінь цілеспрямованості та мета функціонування системи, можливості опису системи однією моделлю, оцінка ентропії, що відображає необхідну кількість керуючої інформації, можливості пристосування системи до впливу зовнішніх факторів, а також опис системи математичними моделями, що мають однакову структуру незалежно від класу об'єктів – джерел інформації.

1. Критерії оптимальності КС

Важливою задачею проектування комп'ютерних систем є оптимізація її характеристик на основі критеріїв якості, що описується вихідними параметрами системи: $D=\{D_1,...,D_n\}$, до яких належать адекватність та достовірність реєстрації станів об'єктів системи, ймовірність помилок при формуванні даних, їх передаванні по каналах зв'язку, цифровій обробці та зберіганні даних. Ефективність роботи КС при цьому оцінюється середнім часом безвідмовної роботи, ступенем використання ресурсів у вузлах руху даних та собівартістю руху даних.

Як показано в [1], сукупність

$$D=\{D_1,...,D_n\} \quad (1)$$

поділяють на підгрупи:
– умови – обмеження функцій системи $Y=\{Y_1,...,Y_p\}$;
– обмеження на структуру і параметри $O_s=\{O_{s1},...,O_{sq}\}$;

– показники якості $K = < k_1, ..., k_m >$ з обмеженнями $O_k = \{O_{k1}, ..., O_{kr}\}$, де обмеження O_k можуть бути типу рівності, нерівності або функціонального зв'язку.

Наведеній сукупності обмежень задовольняє допустима система, яка задовольняє параметри функціонала $D = \{Y, O_s, K, O_k\}$ [1].

При цьому найкращі значення вектора k показників якості забезпечує оптимальна система $S_{ОПТ}$, яка задовольняє сукупності обмежень та умов $\{Y, O_s, K, O_k\}$.

На інженерному рівні синтез оптимальної комп'ютеризованої системи та її компонентів містить рішення наступних задач:
– синтез оптимальної архітектури;
– вибір оптимальних системних характеристик та оптимізація ресурсних параметрів;
– обґрунтування оптимального варіанта побудови.

Важливим показником викладеної методології синтезу комп'ютеризованої системи є виконання обмежень показників якості $K_1, ..., K_i, ..., K_m$, що задовольняють умови: $K_i \geq 0 \ (i = 1,2,...,m)$, $\sum_{i=1}^{m} K_i = \min$, $\sum_{i=1}^{m} K_i = 0$, де остання умова відповідає ідеальній системі.

При використанні критерію глобальної оптимальності КС

$$\sum_{i=1}^{m} \alpha_i \cdot K_i = \min . \quad (2)$$

Коефіцієнти α_i визначають значимості числових векторних оцінок якості системи.

2. Теоретичні основи моделей джерел інформації КС

Однією з найважливіших задач при проектуванні КС є розробка ефективних методів формування ідентифіковано-структуризованих даних, що реалізуються на низових рівнях системи, а також синтез сукупності моделей джерел інформації, які враховують проблемну орієнтованість КС. Приклад класифікації такої сукупності моделей наведений в роботі І.Р. Пітуха [2], де показано, що опис об'єктів управління КС базується на характеристичному функціоналі

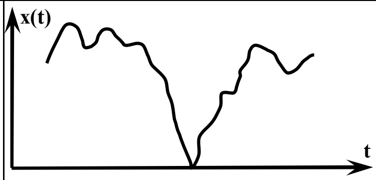
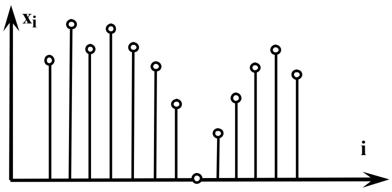
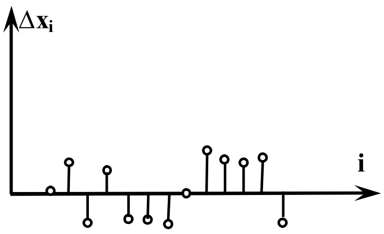
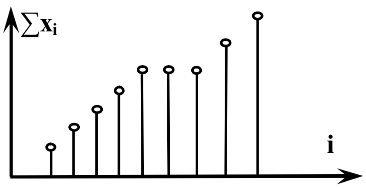
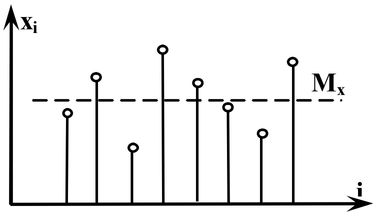
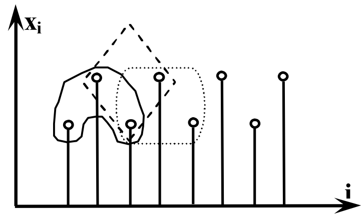
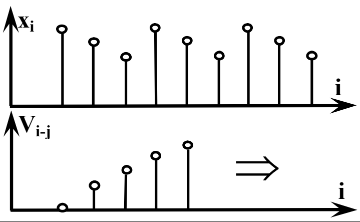
$$F_{ОУ}(T, M, I, S),$$

де T – час, M – модель об'єкта, I – ентропія, S – системні функції.

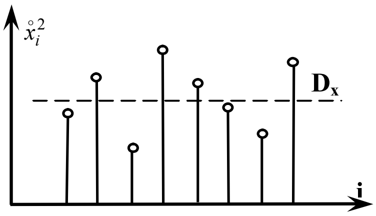
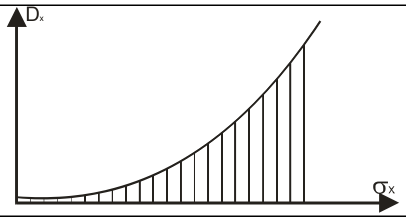
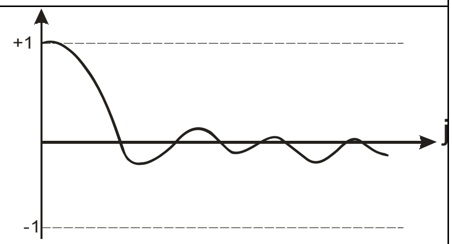
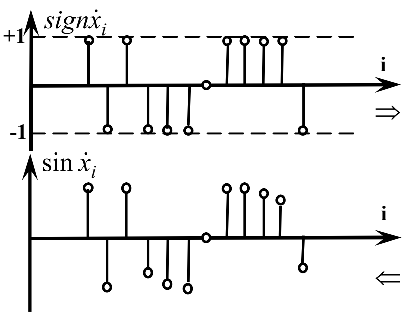
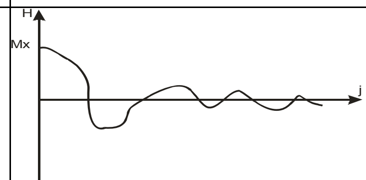
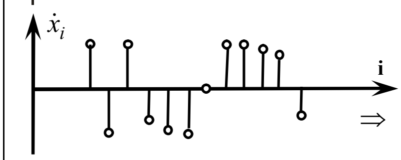
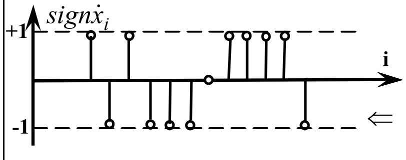
Недоліком названої класифікації є відсутність опису продукційних моделей подання знань, які відповідають класифікованим математичним моделям, що суттєво ускладнює можливості практичного доцільного застосування названих моделей.

В табл. 1 наведена систематизація об'єктів управління КС, які включають математичні та продукційні моделі статистичних та кореляційних характеристик об'єктів. Слід зауважити, що одним з функціональних обмежень їх застосування в промислових умовах є відповідність до одноканальних та багатоканальних об'єктів зі стаціонарними характеристиками.

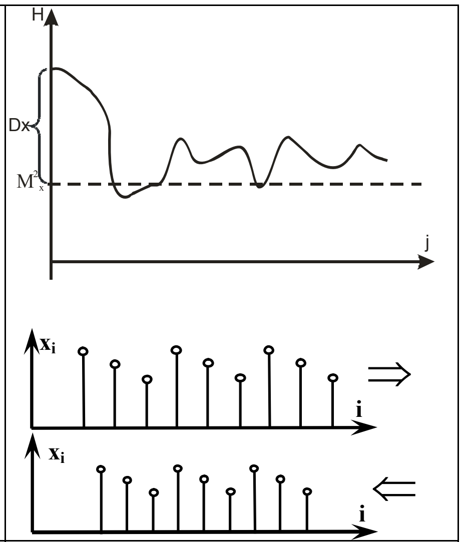
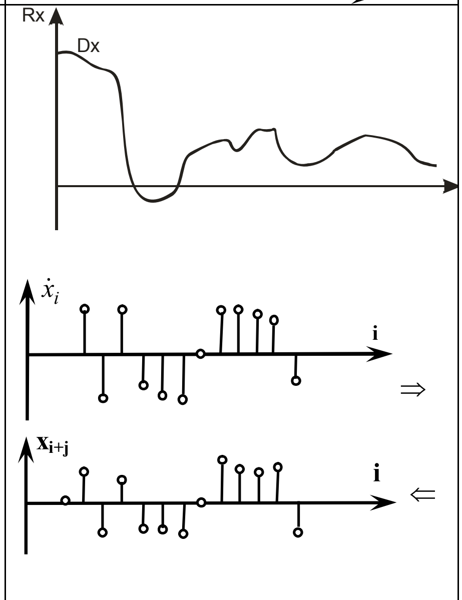
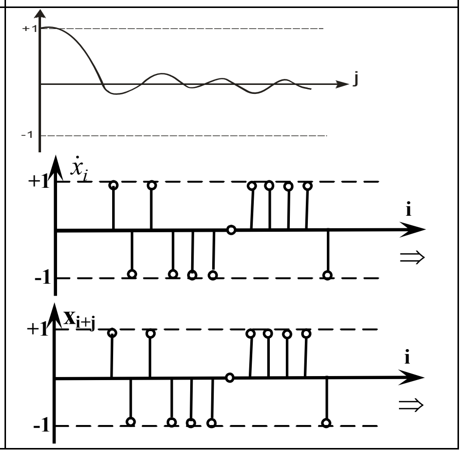
Таблиця 1

№	Типи моделей ОУ	Аналітичний вираз	Продукційна модель
1	2	3	4
1.	Сигнальні аналогові	$M = X(t)$.	
2.	Сигнальні дискретизовані і квантовані	$M = X_i$, $i \in \overline{1,n}$, $0 \le x_i \le A$, де X_i – дискретизоване квантоване значення ОУ, n – об'єм вибірки, A – діапазон квантування.	
3.	Дискретні різницеві	$M = \Delta X_i = X_{i+1} - X_i$, де ΔX_i – перші прирости станів ОУ.	
4.	Дискретні інтегральні	$M = \sum_{i=1}^{k} X_i$, де k – число сумувань дискретних станів ОУ.	
5.	Статистичні:		
5.1.	вибіркове математичне сподівання	$M_x = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$;	
5.2.	ковзне математичне сподівання	$M_j = \frac{1}{m}\sum_{i=1+j}^{m+j} X_{i+j}$, $j = 0,1,2,..$, де $j = 0,1,2,...$ – дискретний зсув;	
5.3.	вагове математичне сподівання	$M_v = \sum_{i=1+j}^{m+j} V_{i-j} \times X_{i+j}$, де V_i – вагова функція;	

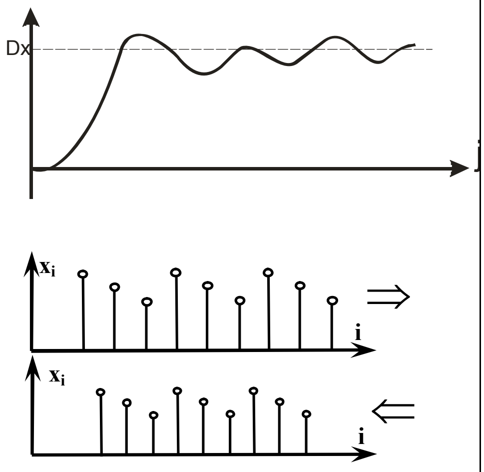
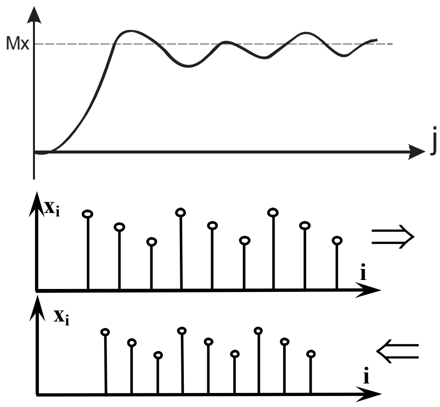
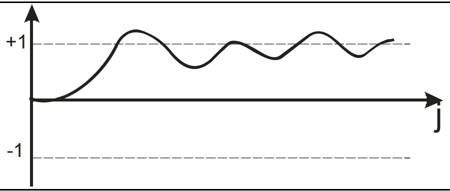
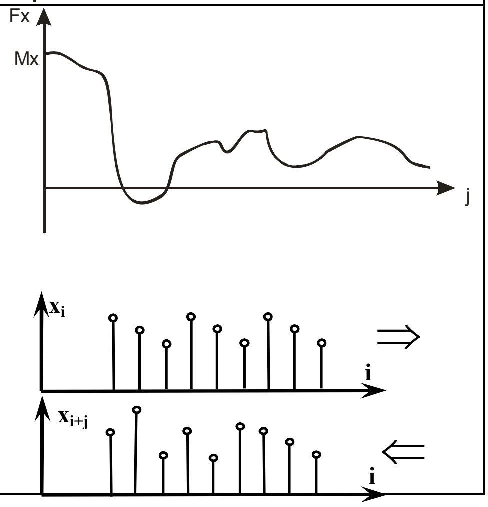
Продовж. табл. 1

5.4.	дисперсія	$D_x = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i - M_x)^2$;	
5.5.	середньоквадратичне відхилення	$\sigma_x = \sqrt{D_x}$.	
6.	Автокореляційні моделі:		
6.1.	знакова	$B_{xx}(j) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} sign\,\overset{o}{x}_i \times sign\,\overset{o}{x}_i$ $sign\,\overset{o}{x}_i = \begin{cases} +1, \overset{o}{x}_i \geq 0 \\ -1, \overset{o}{x}_i < 0 \end{cases}$;	 
6.2.	релейна	$H_{xx}(j) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\overset{o}{x}_i \times sign\,\overset{o}{x}_{i+j}$;	  

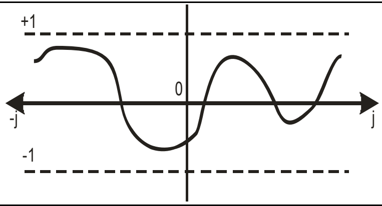
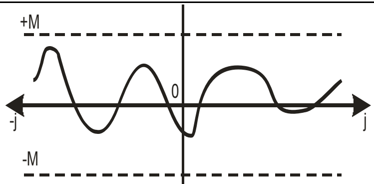
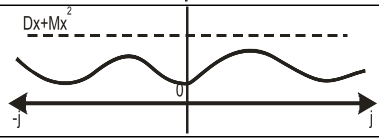
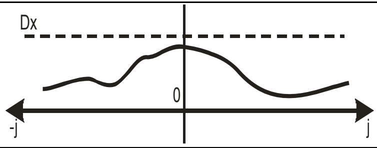
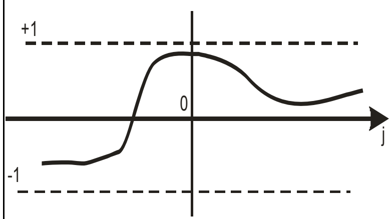
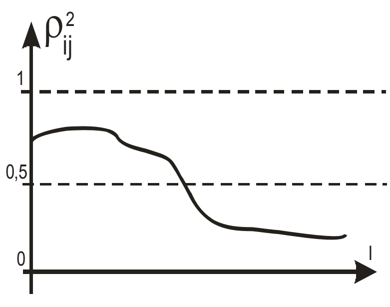
Продовж. табл. 1

6.3.	коваріаційна	$K_{xx}(j)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \times x_{i+j}$;	
6.4.	кореляційна	$R_{xx}(j)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \overset{o}{x}_i \times \overset{o}{x}_{i+j}$;	
6.5.	нормована кореляційна	$\rho_{xx}(j)=\frac{R_{xx}(j)}{D_{xx}}$;	

Продовж. табл. 1

6.6.	структурна	$C_{xx}(j)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-x_{i+j})^2$;	
6.7.	модульна	$G_{xx}(j)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left\|x_i-x_{i+j}\right\|$;	
6.8.	нормована модульна	$g_{xx}(j)=\frac{C_{xx}(j)}{M_x}-M_x$.	
6.9.	еквівалентна	$F_{xx}(j)=\frac{1}{n}\times\sum_{i=1}^{n}\check{Z}_{ij}$; $\check{Z}_{ij}=\begin{cases}x_i, & x_i<x_{i+j}\\ x_j, & x_i\geq x_{i+j}\end{cases}$.	

Продовж. табл. 1

7.	Взаємокореляційні моделі між двома параметрами ОУ:		
7.1.	взаємознакова	$B_{xy}(j)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} sign\,\overset{o}{x}_i \times sign\,\overset{o}{y}_{i+j}$;	
7.2.	взаєморелейна	$H_{xy}(j)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \overset{o}{x}_i \times sign\,\overset{o}{y}_{i+j}$;	
7.3.	взаємоковаріаційна	$K_{xy}(j)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \times y_{i+j}$;	
7.4.	взаємокореляційна	$R_{xy}(j)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \overset{o}{x}_i \times \overset{o}{y}_{i+j}$;	
7.5.	нормована взаємокореляційна	$P_{xy}(j)=\frac{R_{xy}(j)}{\sqrt{D_x+D_y}}$, якщо $j=0$, то $Pxy(0)$ – нормований коефіцієнт взаємокореляції $P_{xy}(0)=\frac{R_{xy}(0)}{\sqrt{D_x+D_y}}$.	
8.	Взаємокореляційна матрична модель ОУ	$\begin{vmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1j} & \cdots & \rho_{1m} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \cdots & \rho_{2j} & \cdots & \rho_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \rho_{i1} & \rho_{i2} & \cdots & \rho_{ij} & \cdots & \rho_{im} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \rho_{ni} & \rho_{n2} & \cdots & \rho_{nj} & \cdots & \rho_{nm} \end{vmatrix}$, де $\rho_{ij}=\frac{R_{ij}(0)}{\sqrt{D_i+D_j}}$ – нормований коефіцієнт взаємокореляції між параметрами ОУ, R_{ij} –взаємокореляційна модель між i та j параметром.	$\rho_{12}\ \cdots\ \rho_{1m}\quad \rho_{23}\ \cdots\ \rho_{3m}$ . . . . $\rho_{n-1,}\quad m$ 

3. Формування ідентифіковано-структуризованих даних

Формування ідентифіковано-структуризованих даних (ІСД) виконується у вигляді фреймів, які класифікуються за призначенням використання в КС:

- фрейм оператора низового рівня КС;
- фрейм системи передавання даних;
- фрейм бази даних;
- фрейм управління об'єктами КС.

В табл. 2 наведені структури фреймів.

Таблиця 2

№ п/п	Тип фрейма	Структура фрейма
1.	F оператора	start, T, N, S, {X}, {M}, {L}, stop
2.	F СПД	Ф, Ci, Cj, N, S, M, L, ТЕД
3.	F БД	T, N, S, X, M, L, ТЕД, I
4.	F управління	Ф, Ci, Cj, Y, Ф Ф, Ci, Cj, Y, G, Ф Ф, Ci, Cj, V, Y, Ф Ф, Cj, Ci, W, Y, Ф

В табл. 2 використані наступні атрибути: атрибути обміну потоками даних між вузлами КС: start, stop – границі інформаційного файла фрейма-оператора, Ф – границі пакета даних системи СПД, T – реальний час, N – номер об'єкта, S – тип виконуваної операції, X – масив технологічних даних, M – сукупність інформаційних моделей об'єкта, L – сукупність логіко-статистичних інформаційних моделей, Ci, Cj – коди станцій КС, яка передає і приймає дані, ТЕД – техніко-економічні дані, які формуються оператором, I – ентропійні моделі та характеристики об'єкта, Y – команди управління, G – готовність виконання команди управління, V – дозвіл виконання команди управління, W – підтвердження виконання команди управління на об'єкті. Наведені структури фреймів реалізуються на різних рівнях, згідно зі стандартними інтерфейсами, протоколами обміну даними, структурами файлів БД, структурами файлів, використовуваних БД, а також стандартизованими протоколами спеціалізованих комп'ютерних систем.

Висновки

Крім наведених у табл. 1 об'єктів в проблемно-орієнтованих КС на рівні фреймів формуються ІСД, які охоплюють класи взаємокореляційних, спектральних, кластерних, сукупність моделей руху даних [3] та інші моделі. При цьому інформаційна технологія формування ТЕД сумісно з технологічними моделями об'єктів є однією з найважливіших задач підвищення ефективності організації та зниження собівартості руху даних в КС. В [4] запропонована інформаційна технологія та пристрій формування ІСД на основі синтезованої клавіатури. Викладені теоретичні основи кодування джерел інформації, а також запропоновані апаратні засоби формування ІСД, створення мобільних засобів формування ІСД є необхідною умовою сучасних процесорних платформ.

Література

1. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Проектування телекомунікаційних мереж. – К.: Техніка, 2002. – 792 с.
2. Пітух І. Кореляційні та ентропійні моделі об'єктів управління розподілених комп'ютерних мереж // Наукові вісті. – Івано-Франківськ: Інститут менеджменту та економіки «Галицька академія». – 2006. – № 2 (10). – С. 117-120.
3. Возна Н.Я. Методологія та техніка формування техніко-економічних даних в автоматизованих системах управління // Вісник Хмельницького національного університету. – 2005. – № 4. – Ч. 1, Т. 2. – С. 131-133.
4. Николайчук Я.М., Возна Н.Я. Пристрій для введення алфавітно-цифрових даних: Пат. на корисну модель № 25291. – 2007 р.

Н.Я. Возная, Я.М. Николайчук
Теория моделей источников информации и формирования идентификационно-структуризированных данных компьютеризированных систем
В статье изложены теоретические основы кодирования источников информации, а также предложены аппаратные способы формирования ИСД. Представлена информационная технология формирования ТЕД совместно с технологическими моделями.

Стаття надійшла до редакції 10.07.2008.